

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 647 671 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2006 Patentblatt 2006/16

(51) Int Cl.:
F01D 5/02 (2006.01) **F01D 5/08** (2006.01)
F01D 5/28 (2006.01) **F01D 5/18** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04024420.4**

(22) Anmeldetag: **13.10.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

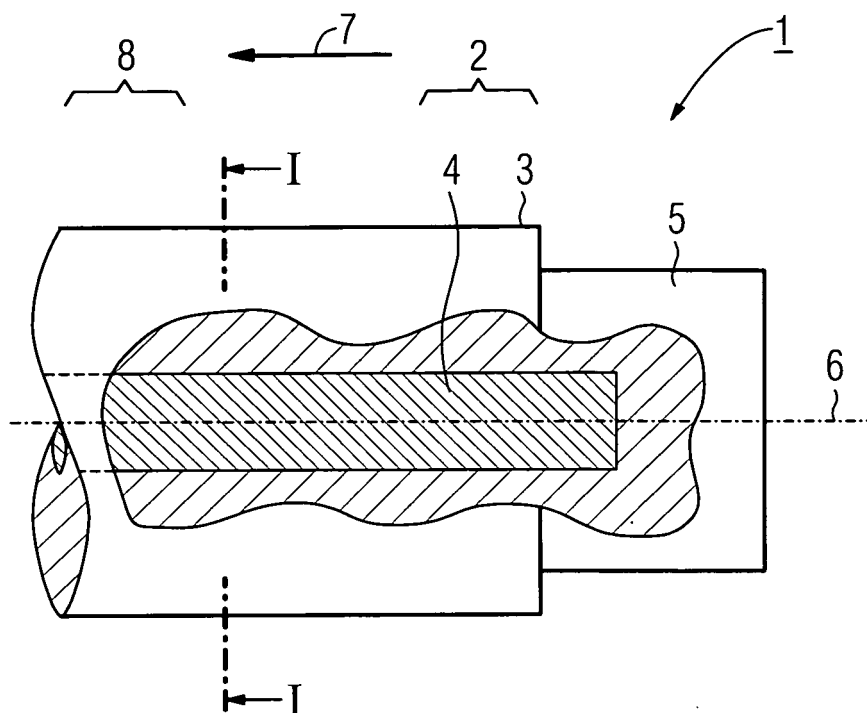
(72) Erfinder:
• **Heine, Werner-Holger
46487 Wesel (DE)**
• **Schmitz, Friedhelm
46537 Dinslaken (DE)**
• **Wieghardt, Kai, Dr.
44795 Bochum (DE)**

(54) **Thermisch beanspruchtes Bauteil einer Strömungsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein thermisch beanspruchtes Bauteil (1) einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine, wobei das Bauteil (1) aus einem äußeren

Material (5, 10) und wenigstens einem inneren, als Kern ausgebildeten zweiten Material (4, 11) besteht, wobei das innere Material (4, 11) eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material (5, 10).

FIG 1



EP 1 647 671 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil in einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine.

[0002] Eine Möglichkeit um den Wirkungsgrad einer Dampfturbine zu erhöhen, ist der Einsatz von hohen Dampfeinlasstemperaturen. Zur Zeit werden Dampfturbinen für Dampfeinlasstemperaturen von mehr als 600°C ausgelegt. Die Anforderungen an die Materialien sind bei solch hohen Temperaturen besonders hoch.

[0003] Eine Möglichkeit thermisch belastete Bauteile einer Dampfturbine vor thermischer Überlastung zu schützen, besteht durch den Einsatz thermisch belastbarer Materialien oder durch den Einsatz von Wärmedämmschichten. Kühlung durch externe Zufuhr von Kühlmedien ist auch bereits eingesetzt worden.

[0004] In der DE 199 26 817 wird eine Turbinenschaufel vorgestellt, die derart ausgebildet ist, dass massiv ausgebildete Stifte die aus einem Werkstoff gefertigt sind, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweisen als der Werkstoff, aus der die Turbinenschaufel gefertigt ist, derart in die Turbinenschaufeloberfläche eingebaut sind, dass Wärme kontinuierlich aus dem heißen Bereich in und an der Oberfläche der Turbinenschaufel in den kühleren Bereich im Inneren der Turbinenschaufel transportiert wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Bauteil anzugeben, das einfach herzustellen ist und sich durch günstige Eigenschaften hinsichtlich einer Wärmeableitung auszeichnet.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein thermisch beanspruchtes Bauteil in einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine, gelöst, wobei das Bauteil aus einem äußeren Material und wenigstens einem inneren, als Kern ausgebildeten, zweiten Material besteht, wobei das innere Material eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material.

[0007] Die Erfindung geht davon aus, dass durch den Einsatz von einem äußeren Material und einem inneren zweiten Material ein thermisch beanspruchtes Bauteil kostengünstiger ausgelegt werden kann. Dabei ist das innere zweite Material in Form eines Kerns vorgesehen. Dies kann beispielsweise ein einziger Kern sein, der an die äußere Form des Bauteils angepasst für günstige Wärmeableiteigenschaften sorgt. Es ist ebenso möglich, dass, angepasst an eine äußere Form des Bauteils, mehrere Kerne vorgesehen sind. Insbesondere kann hierbei das äußere Material aus einem kostengünstigeren Grundmaterial bestehen, was z.B. zu einer Reduzierung einer Wandstärke des entsprechenden thermisch beanspruchten Bauteils führt.

[0008] Die Erfindung geht davon aus, dass kontinuierlich Wärme aus dem heißeren Bereich in und an der Oberfläche des thermisch beanspruchten Bauteils in den inneren Bereich geleitet wird. Das mit einer höheren Wärmeleitfähigkeit als das äußere Material ausgebildete innere zweite Material nimmt die Wärme schnell auf, was zu einer schnellen Gleichverteilung der Wärme im inne-

ren zweiten Material führt. Die im inneren zweiten Material enthaltene Wärme kann schließlich an den Stellen im Bauteil dissipieren, die weniger thermisch beansprucht werden.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die äußere Form des inneren Materials der thermischen Belastung des äußeren Materials angepasst.

[0010] Dadurch ist es möglich, gezielt eine Massenverteilung des inneren Materials an den Stellen im Bauteil zu erhöhen, wo Wärme besonders schnell abgeführt werden muss.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das innere zweite Material aus wenigstens 70 Gew.-% Aluminium, Nickel-Aluminium-Basislegierung oder Kupfer hergestellt. Auch eine Kupferlegierung kann als Material für das zweite innere Material dienen. Ebenso können niedrigschmelzende Materialien wie Natrium als inneres zweites Material eingesetzt werden. Durch die vorgenannten Materialien sind besonders kostengünstige Materialien vorgestellt, die sich darüber hinaus durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit auszeichnen.

[0012] Zweckdienlicherweise wird das thermisch beanspruchte Bauteil als Rotor ausgebildet.

[0013] Gerade der Rotor einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine wird an seiner Oberfläche thermisch stark belastet. In der Regel wird der Rotor am Ort des Dampfeinlasses thermisch stark beansprucht. In Strömungsrichtung gesehen, sinken die Temperaturen auf der Oberfläche des Rotors. Durch den Einsatz eines zweiten inneren Materials, das die Wärme durch seine hohe Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu dem äußeren Material schnell von einer thermisch stark beanspruchten Stelle zu einer weniger thermisch beanspruchten Stelle leitet, kann die Wärmeenergie an der thermisch weniger stark beanspruchten Stelle schnell dissipieren.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung wird das Bauteil als Turbinenschaufel ausgeführt.

[0015] Neben dem Rotor werden insbesondere Turbinenschaufeln thermisch besonders stark beansprucht. Auch hier wird durch den Einsatz eines zweiten inneren Materials, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material die Wärme von Stellen starker thermischer Beanspruchung an Stellen weniger starker thermischer Beanspruchung weitergeleitet und dort dissipieren.

[0016] Anhand der nachfolgenden Beschreibung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen noch näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Rotor einer Dampfturbine;
- Fig. 2 ein Schnitt I-I durch den Rotor aus Fig. 1;
- Fig. 3 ein Schnitt durch eine erfindungsgemäße Turbinenschaufel.

[0017] In Figur 1 ist ein Schnitt durch ein thermisch

beanspruchtes Bauteil 1 dargestellt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist das thermisch beanspruchte Bauteil 1 als Rotor ausgebildet. In der Regel wird Frischdampf an einem Einströmbereich 2 auf eine Rotoroberfläche 3 strömen. Die Rotoroberfläche 3 wird an dieser Stelle stark thermisch beansprucht. Die Wärme breitet sich von der Rotoroberfläche 3 in das Innere des Rotors aus. Der Rotor ist mit wenigstens einem inneren, als Kern ausgebildeten, zweiten Material 4 hergestellt, wobei das innere Material 4 eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material 5.

[0018] Das innere Material 4 ist im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 rotationssymmetrisch zur Rotationsachse 6 ausgeführt. In alternativen Ausführungsformen kann das innere Material 4 andere Formen aufweisen. Insbesondere kann die äußere Form des inneren Materials 4 derart ausgebildet werden, dass die Verteilung der Wärme auf der Rotoroberfläche 3 berücksichtigt wird und somit der thermischen Belastung des äußeren Materials 5 angepasst ist.

[0019] Der Frischdampf strömt in einer Strömungsrichtung 7 entlang der Rotoroberfläche 3. Die Temperatur des Frischdampfes nimmt hierbei ab. Die Temperatur der Rotoroberfläche 3 in einem stromabwärts liegenden zweiten Bereich 8 ist in der Regel niedriger als im Einströmbereich 2. Die Wärme, die im Einströmbereich 2 vom inneren Material 4 aufgenommen wird und in Folge der hohen Wärmeleitfähigkeit an den zweiten Bereich 8 schnell geführt wird, dissipiert im zweiten Bereich 8.

[0020] In Fig. 2 ist ein Schnitt durch die Linie I-I dargestellt.

[0021] In Fig. 3 ist eine Turbinenschaufel 9 als Ausführungsform eines thermisch beanspruchten Bauteils 1 dargestellt. Die Turbinenschaufel 9 besteht aus einem äußeren Material 10 und wenigstens einem inneren Material 11, das als Kern ausgebildet ist, wobei das innere Material 11 eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material 10.

[0022] In der Regel wird die Turbinenschaufel 9 im Strömungsbereich 12 thermisch stark beansprucht. Im Schaufelfußbereich 13 ist die Temperatur in der Regel geringer als im Strömungsbereich 12. Die Wärme, die im Strömungsbereich 12 ins Innere der Turbinenschaufel 9 geleitet wird, wird durch das innere Material 11 schnell zum Schaufelfußbereich 13 in Folge der hohen Wärmeleitfähigkeit gegenüber dem äußeren Material 10 geleitet und dort schließlich schnell dissipiert.

[0023] Das innere Material 11 wird abgesehen von herstellungsbedingten Verunreinigungen aus wenigstens 70 Gew.-% Aluminium, Nickel-Aluminium-Basislegierung, Kupfer, Kupferlegierung oder niedrigschmelzenden Materialien wie Natrium hergestellt.

Patentansprüche

1. Bauteil (1) einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Bauteil (1) aus einem äußeren Material (5, 10) und wenigstens einem inneren, als Kern ausgebildeten, zweiten Material (4, 11) besteht, wobei das innere Material (4, 11) eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das äußere Material (5, 10).

2. Bauteil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Form des inneren Materials (4, 11) an eine thermische Belastung des äußeren Materials (5, 10) angepasst ist.
3. Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus wenigstens 70 Gew.-% Aluminium hergestellt ist.
4. Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus wenigstens 70 Gew.-% einer Nickel-Aluminium-Basislegierung hergestellt ist.
5. Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus wenigstens 70 Gew.-% Kupfer hergestellt ist.
6. Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus wenigstens 70 Gew.-% einer Kupferlegierung hergestellt ist.
7. Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus wenigstens 70 Gew.-% eines niedrig schmelzenden Materials hergestellt ist.
8. Bauteil (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Material (4, 11) aus Natrium hergestellt ist.
9. Bauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil als Rotor ausgebildet ist.
10. Bauteil (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kern entlang einer Achse des Rotors angeordnet ist.
11. Bauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil als Turbinenschaufel (9) ausgebildet ist.

12. Bauteil (1) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kern in Längsrichtung der Turbinenschaufel (9)
in einem Schaufelfußbereich (13) verläuft.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

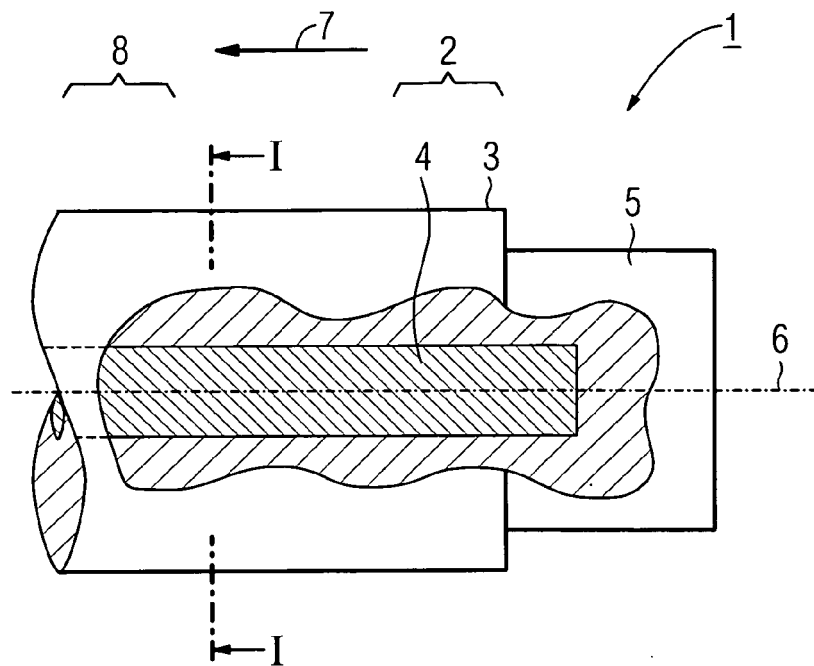


FIG 2

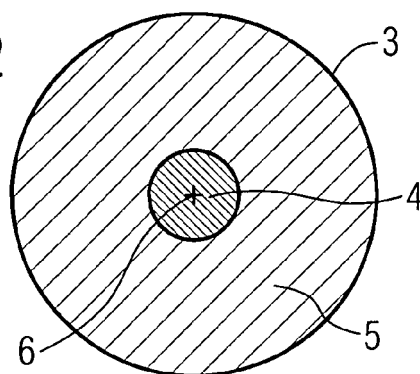
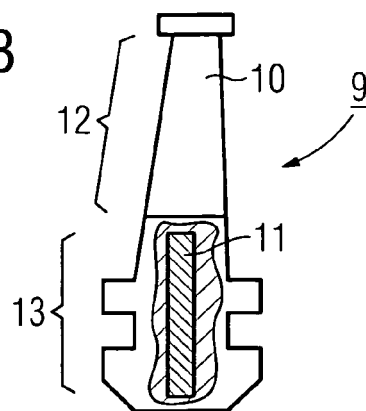


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 4420

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X A	US 2 659 530 A (GARNIER MICHEL ROBERT ET AL) 17. November 1953 (1953-11-17) * Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 17 * * Ansprüche 1,2; Abbildungen *	1,2,5-7, 9,10 8	F01D5/02 F01D5/08 F01D5/28 F01D5/18
X	CH 381 026 A (AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE) 15. August 1964 (1964-08-15) * das ganze Dokument *	1-7,9,10	
X	FR 969 557 A (ATKINSON JOSEPH) 21. Dezember 1950 (1950-12-21) * Seite 2, linke Spalte, Absatz 4 - rechte Spalte, Absatz 3 * * Seite 3, linke Spalte, Absatz 7 - rechte Spalte, Absatz 1 * * Seite 4, linke Spalte, Absatz 5 * * Abbildung 6 *	1,2,7,8	
X	US 2 256 479 A (HOLZWARTH HANS) 23. September 1941 (1941-09-23) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 26 - Zeile 53 * * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 47 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 3 * * Seite 2, rechte Spalte, Zeile 34 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 45 * * Abbildungen *	1,2,5,6, 11,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D
X	DE 559 676 C (DR.-ING. E. H. HANS HOLZWARTH) 22. September 1932 (1932-09-22) * Seite 1, Zeile 46 - Zeile 61 * * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 8 * * Seite 2, Zeile 65 - Zeile 105 * * Abbildungen *	1,2,5-7, 11,12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2005	Prüfer O'Shea, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 4420

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 3 623 825 A (WILLIAM F. SCHNEIDER) 30. November 1971 (1971-11-30) * Spalte 1, Zeile 28 - Spalte 2, Zeile 9 * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,2,7,8	
X	DE 14 76 730 A1 (WINTER, DR. HEINRICH) 26. März 1970 (1970-03-26) * Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 2 * * Ansprüche 1-3 *	1,2,5,6, 11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2005	Prüfer O'Shea, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

3
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 02 4420

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2659530	A	17-11-1953	KEINE		
CH 381026	A	15-08-1964	GB	962277 A	01-07-1964
FR 969557	A	21-12-1950	KEINE		
US 2256479	A	23-09-1941	FR	851823 A	16-01-1940
			GB	526590 A	20-09-1940
			NL	49923 C	
DE 559676	C	22-09-1932	KEINE		
US 3623825	A	30-11-1971	KEINE		
DE 1476730	A1	26-03-1970	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82